

การปรับปรุงระบบหล่อลื่นอัตโนมัติและวิเคราะห์การเปรียบเทียบความคุ้มค่า  
เชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติกับระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ  
ในเครื่องกัดซีเอ็นซี สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียม\*

IMPROVING THE AUTOMATIC LUBRICATION SYSTEM AND ANALYZING THE  
ECONOMIC COMPARISON BETWEEN THE AUTOMATIC OIL LUBRICATION SYSTEM  
AND THE AUTOMATIC GREASE LUBRICATION SYSTEM IN CNC MILLING MACHINE  
FOR ALUMINUM PARTS MANUFACTURER

วีระกาจ ดอกจันทร์

Weerakaj Dokchan

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Engineering, Siam University, Bangkok, Thailand

Corresponding author E-mail: pump@wpthai.com

## บทคัดย่อ

บทความวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาวิธีการปรับปรุงระบบหล่อลื่นอัตโนมัติในเครื่องกัด ซีเอ็นซี 2) เพื่อวิเคราะห์การเปรียบเทียบความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติกับระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ ในเครื่องกัดซีเอ็นซี ยี่ห้อ Brother รุ่น TC S2D แบบ CNC Tapping Center ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียม นิคมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี โดยศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติในเครื่องกัดซีเอ็นซีในสภาพปัจจุบันภายในโรงงาน ศึกษารายละเอียดของระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ (แบบเดิม) มีการปรับปรุงระบบหล่อลื่นจากเดิมระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ มาใช้เป็นระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ (แบบใหม่) ทำให้น้ำยาหล่อเย็นมีประสิทธิภาพสูงขึ้นลดการสิ้นเปลืองของของน้ำยาหล่อเย็น และยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือตัด (Cutting Tool) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 5M จำแนกสาเหตุของปัญหาที่มาจากผู้ปฏิบัติงาน (Man) การตรวจวัด (Measurement) เครื่องจักร (Machine) ระบบและวิธีการปฏิบัติงาน (Method) และวัสดุอุปกรณ์ (Material) เปรียบเทียบความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ คำนวณหาระยะเวลาการคืนทุน และการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายใน โดยผลการศึกษา พบว่า ระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติมีค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาเครื่องจักร การสิ้นเปลืองของสารหล่อลื่น น้ำยาหล่อเย็นและเครื่องมือตัดอยู่ที่เครื่องละ 58,626 บาทต่อปี หลังจากได้ปรับปรุงระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติแบบเดิม มาเป็นระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ ผลสรุปมีค่าใช้จ่ายการติดตั้งระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติใหม่รวมเครื่องละ 55,000 บาท และมีอายุใช้งานเท่ากับ 10 ปี สามารถลดค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาเครื่องจักร ลดการสิ้นเปลืองของสารหล่อลื่นและน้ำยาหล่อเย็นลงได้ เครื่องละ 33,252 บาทต่อปี ของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ร้อยละ 60.41 โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1.64 ปี

**คำสำคัญ:** การปรับปรุงระบบหล่อลื่นอัตโนมัติ, เครื่องกัดซีเอ็นซี, โรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียม, การวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์, ระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ

## Abstract

The objective of this paper was to 1) Improve Automatic Lubrication Systems, and 2) Analyze the economic viability of Automatic Lubrication Systems, specifically the Brother TC S2D CNC model, located in an aluminum parts manufacturer at Amata Nakorn Industrial Estate, Chonburi Province. Studied the current issues related to the automatic lubricating oil system in the CNC milling machines within the factory premises. Investigated the details of the existing automatic lubricating oil system. The upgrade from the old automatic oil lubrication system to an automatic grease lubrication system to protected and extended the life of the coolant system. The study involved analyzing the root causes of issues using the 5M method (Man, Measurement, Machine, Method and Material). Engineering Economic Analysis was employed to calculate the payback period and internal rate of return (IRR). The study concluded that the automatic oil lubrication system incurred an annual maintenance cost of 58,626 Baht. After implementing the upgrade to an automatic grease lubrication system with an installation cost of 55,000 Baht and a lifespan of 10 years, the maintenance cost was reduced to 33,252 Baht per year. The internal rate of return (IRR) for this improvement was 60.41%, and the payback period was 1.64 years.

**Keywords:** Improve Automatic Lubrication System, CNC Tapping Machine, Aluminum Parts Manufacturer, Analyzing the Economic Comparison, Automatic Grease Lubrication System

## บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยได้มีการขยายการลงทุนและมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนสามารถผลิตชิ้นส่วนให้มีความหลากหลาย ตลอดจนมีคุณภาพและมาตรฐานการผลิตอยู่ในระดับที่ผู้ผลิตรถยนต์และรถจักรยานยนต์ระดับโลกยอมรับ สามารถส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศต่าง ๆ ได้เพิ่มขึ้น ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ที่สำคัญของโลก สะท้อนจากการที่ไทยมีการผลิตรถยนต์ต่อปีมากถึง 1.9 ล้านคัน สูงที่สุดในอาเซียน และเป็นอันดับ 10 ของโลก (ธนาคารกรุงไทย, 2566) ปัจจุบันอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยสร้างงานให้กับแรงงานจำนวนกว่า 100,000 คน มีผู้ผลิต 1,657 ราย และโรงงานรวม 2,237 แห่ง ซึ่งส่วนมากผู้ผลิตดังกล่าวเป็น SMEs (Industry-Media, 2566) และกระจุกตัวอยู่ในเขตอุตสาหกรรมในกรุงเทพฯ และจังหวัดใกล้เคียง หลังจากที่ภาวะเศรษฐกิจโลกมีแนวโน้มฟื้นตัว อย่างค่อยเป็นค่อยไป ความต้องการชิ้นส่วนเพื่อการทดแทน (REM) ยังคงขยายตัวได้ตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนยานยนต์สะสม ประกอบกับผู้บริโภคบางส่วนมีแนวโน้มซ่อม/บำรุงยานยนต์เพื่อยืดเวลาการซื้อยานยนต์ใหม่ออกไป อย่างไรก็ตาม มาตรการภาครัฐที่เร่งสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้าปลอดมลพิษ (Zero Emission Vehicle: ZEV) ซึ่งจะเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญที่อุตสาหกรรมชิ้นส่วนฯ ต้องเร่งปรับตัว (วิจัยกรุงศรี อุตสาหกรรม, 2566) จากการศึกษาในบริษัทกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมในจังหวัดชลบุรีผลิตเกี่ยวกับอะไหล่จะเป็นชิ้นส่วนของรถยนต์มีเครื่องกัด ซีเอ็นซี ที่มีระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ ทางผู้วิจัยและผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุงเครื่องจักร ได้เก็บข้อมูลการใช้สารหล่อลื่นและสารหล่อเย็น ซึ่งที่มาของปัญหา พบว่า ในเครื่องกัดซีเอ็นซีที่มีระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ ได้ใช้สารหล่อลื่นและสารหล่อเย็นมีความสิ้นเปลืองสูง โดยเครื่องกัด ซีเอ็นซี ที่มีระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ ต่อ 1 เครื่อง ที่มีอัตราการใช้งานเฉลี่ย 8,640 ชั่วโมงต่อปี (24 ชั่วโมง ต่อวัน x 360 วันทำงาน) มีการใช้น้ำมันหล่อลื่น โดยเฉลี่ย 49 ลิตรต่อปี อายุของน้ำยาหล่อเย็นในการตัด (Cutting Fluid) โดยเฉลี่ย 100



ลิตรต่อปี เมื่อจำนวนเครื่องกัดซีเอ็นซีมีจำนวนมากขึ้น ความสิ้นเปลืองของสารหล่อลื่น และสารหล่อเย็นในการตัดก็จะทำให้ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น (สุรพล ราษฎร์นัย, 2550)

ระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ มีแนวคิดใช้สารหล่อลื่นจาระบี แทนสารหล่อลื่นน้ำมัน สารหล่อลื่นแบบจาระบี มีประสิทธิภาพในการรักษาฟิล์มจาระบีบนผิวของโลหะได้นานกว่าฟิล์มน้ำมัน รับแรงต้านทานสูงกว่าฟิล์มน้ำมัน รับแรงเสียดทานสูงกว่าฟิล์มน้ำมัน คงประสิทธิภาพลดการสึกกร่อนชิ้นส่วนของเครื่องจักรดีกว่าฟิล์มน้ำมัน เป็นเหตุผลหลักที่ทำให้ปริมาณการใช้สารหล่อลื่นจาระบีน้อยกว่าสารหล่อลื่นน้ำมัน สารของเหลวจาระบีไม่แข็งตัว สารของเหลวจาระบีไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาร่วมกับผู้ประกอบการในโรงงานกรณีศึกษา ปรับปรุงระบบหล่อลื่นอัตโนมัติในเครื่องกัด CNC เปรียบเทียบระบบหล่อลื่นอัตโนมัติโดยวิธีการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติกับระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ คำนวณหาจุดคุ้มทุนของการลงทุนส่วนเพิ่มและอัตราผลตอบแทนภายในของการลงทุน IRR (Internal Rate of Return)

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาวิธีการปรับปรุงระบบหล่อลื่นอัตโนมัติในเครื่องกัดซีเอ็นซี
2. เพื่อเปรียบเทียบระบบหล่อลื่นอัตโนมัติโดยวิธีการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติกับระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. แบบแผนการวิจัย

การเปรียบเทียบระบบหล่อลื่นอัตโนมัติโดยวิธีการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เป็นการวิจัยเชิงทดลองในเครื่องกัดซีเอ็นซี Brother TC S2D CNC Tapping Center สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมในนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดชลบุรี โดยเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองของสารหล่อลื่น เครื่องมือตัดและสารหล่อเย็นในการตัดระหว่าง เดือน มีนาคม 2565 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ 2566

#### 2. การทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติในเครื่องกัดซีเอ็นซี Brother TC S2D CNC Tapping Center ในสภาพปัจจุบันภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียม ทฤษฎีระบบหล่อลื่นน้ำมันและจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ กัณฑ์เอนก บุญอินทร์ การวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเทคนิคและวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบหล่อลื่นจาระบี อัตโนมัติ กับระบบหล่อลื่นน้ำมัน อัตโนมัติ: กรณีศึกษาในเครื่องกัด CNC สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในเครื่องกัด CNC รุ่น FANUC ROBODRILL  $\alpha$ -D21MIB ทำให้ลดอัตราการเสียหายของเครื่องกัด CNC เนื่องจากน้ำยาหล่อเย็นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น ทำให้ไม่ต้องคอยเปลี่ยนน้ำยาหล่อเย็นบ่อยครั้ง ส่งผลให้ไม่ต้องหยุดการทำงานของเครื่องจักรด้วยเช่นกัน (กัณฑ์เอนก บุญอินทร์, 2565) งานวิจัยของ กชิรัช สนิธิเปล่งศรี ศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการลดอัตราการเสียหายของเครื่องฆ่าเชื้อของบริษัทฟริสแลนด์คัมพินาโดยการเปลี่ยนระบบควบคุมแรงดันระบบหล่อเย็นแบบอัตโนมัติ การปรับปรุงทำให้การเสียหายของเครื่องฆ่าเชื้อที่มีประวัติการเสียหายตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 มีอัตราเสียหายเฉลี่ยร้อยละ 1.45 ของเวลาการผลิต ลดลงเหลือร้อยละ 0 ในเดือนธันวาคม 2555 และจากผลการศึกษานี้นำไปสร้างเชิงป้องกันของอุปกรณ์ควบคุมแรงดันระบบหล่อเย็น (กชิรัช สนิธิเปล่งศรี, 2555) สรุปได้ว่าปรับปรุงระบบหล่อลื่นอัตโนมัติในเครื่องกัด CNC ส่งผลให้เกิดความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์



### 3. ประชากรตัวอย่าง

เครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียม จำนวน 1 เครื่อง ที่มีระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ โรงงานผลิตชิ้นส่วนโรงงานผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียม นิคมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี โดยทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานในโรงงาน ที่มีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียม พบว่า ในเครื่องกัด CNC ที่มีระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ ได้ใช้สารหล่อลื่นและสารหล่อเย็นมีความสิ้นเปลืองสูง โดยเครื่องกัด CNC ที่มีระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ ต่อ 1 เครื่อง ที่มีอัตราการใช้งานเฉลี่ย 8,640 ชั่วโมงต่อปี (24 ชั่วโมงต่อวัน x 360 วันทำงาน) มีการใช้น้ำมันหล่อลื่น โดยเฉลี่ย 49 ลิตรต่อปี อายุของน้ำยาหล่อเย็นในการตัด (Cutting Fluid) โดยเฉลี่ย 100 ลิตรต่อปี

**ตารางที่ 1** โครงสร้างต้นทุนการใช้งานเครื่องจักรระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติต่อปี

| 360 วัน / 24 ชม.                    | Brother TC S2D CNC<br>Tapping Center |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ระบบหล่อลื่น                        | Oil/PDI System                       |
| จำนวนจุดหล่อลื่น                    | 15                                   |
| สารหล่อลื่น                         | น้ำมันหล่อลื่น #50                   |
| ชนิดของน้ำหล่อเย็น                  | Water-Soluble.                       |
| ปริมาณการใช้สารหล่อลื่น/ครั้ง       | 1 cc                                 |
| เวลาในการฉีด                        | 30 seconds.                          |
| เวลาในการหยุด                       | 10 minutes.                          |
| จำนวนการจ่าย ครั้ง / วัน            | 137 times/day                        |
| ประมาณสารหล่อลื่น / ปี              | 49 liter/year.                       |
| ความจุ                              | 3,000 ml หรือ 3,000 cc               |
| ราคาสารหล่อลื่น / ปี                | 5,186 บาท                            |
| จำนวนครั้งที่เติม                   | 12.94 times/year                     |
| เวลาในการเติม / ครั้ง               | 10 minutes.                          |
| เวลาในการเติม / ปี                  | 160 minutes.                         |
| ค่าใช้จ่ายในการเติม                 | 4,156 บาท                            |
| ค่าเปลี่ยนกรองน้ำมัน / ปี           | 900 บาท                              |
| ค่าเปลี่ยนน้ำยาหล่อเย็น 100 ลิตร/ปี | 2,000 บาท / ปี                       |
| เติมน้ำยาปรับสภาพ                   | 4 ลิตร/ เดือน                        |
| ค่าเติมน้ำยาปรับสภาพ/ปี             | 8,792 บาท / ปี                       |
| เปลี่ยนแผ่นกรองน้ำยาหล่อเย็น        | 20,720 บาท / ปี                      |
| ค่าใช้จ่ายเครื่องมือตัด             | 16,872 บาท (2 reamers/year)          |
| ค่าใช้จ่ายรวม /ปี                   | 58,626.00 บาท                        |

### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้เอกสารตรวจสอบข้อมูลการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีโครงสร้างต้นทุนการใช้งานเครื่องจักรระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติต่อปี (สุพร อัสวินนิมิต และธีรพร พัดภู, 2548) ดังตารางที่ 1 และใช้ใบตรวจสอบข้อมูลสรุปสาเหตุของปัญหาการสิ้นเปลืองระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติอัตโนมัติ สามารถจำแนกสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยตามแนวทาง ทฤษฎีการวิเคราะห์ปัญหาในอุตสาหกรรมการผลิต 5 M คือ ผู้ปฏิบัติงาน (Man) การตรวจวัด (Measurement) เครื่องจักร (Machine) ระบบและวิธีปฏิบัติงาน (Method) และวัสดุและอุปกรณ์ (Material) (IKKI Thailand, 2566) ได้ดังตารางที่ 2



**ตารางที่ 2** สรุปสาเหตุของปัญหาการสิ้นเปลืองระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ

| ปัจจัยการผลิต 5 M              | สาเหตุของปัญหาการ                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ผู้ปฏิบัติงาน (Man)            | ผู้ปฏิบัติงานเดิมสารหล่อลื่นบ่อยครั้ง                                                                                                                                                                                                                                   |
| การตรวจวัด (Measurement)       | ใบตรวจเช็คเครื่องจักร เวลาในการฉีด<br>เวลาในการหยุด<br>จำนวนการจ่าย ครั้ง / วัน<br>ประมาณสารหล่อลื่น / ปี<br>ค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาที่ต่างกัน                                                                                                                          |
| เครื่องจักร (Machine)          | เครื่องกัด CNC มีจำนวนครั้งในการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นอัตโนมัติ<br>มากกว่าจำนวนครั้งในการจ่ายจาระบีอัตโนมัติ และบริเวณ<br>ขอบเครื่องกัด CNC มีรอยสนิมเกิดขึ้นเนื่องจากโดนละออง<br>น้ำมันที่กระเด็นออกมาจากการฉีดน้ำมันอัตโนมัติ ทำให้สีของ<br>เครื่องกัด CNC เกิดการหลุดลอก |
| ระบบและวิธีปฏิบัติงาน (Method) | ระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติทำให้สิ้นเปลืองน้ำยาหล่อเย็น<br>เนื่องจากละอองน้ำมันไปโดนน้ำยาหล่อเย็น ทำให้อายุน้ำยา<br>หล่อเย็นสั้นลง ระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติทำให้เกิดมลพิษ<br>ต่อโรงงานและสิ่งแวดล้อม                                                                 |
| วัสดุและอุปกรณ์ (Material)     | ระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติต้องเปลี่ยนกรองน้ำมันทุกปี และ<br>ทำให้สิ้นเปลืองน้ำยาหล่อเย็น                                                                                                                                                                               |

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์สาเหตุและเปรียบเทียบ ของปัญหาการบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซีทั้งสองระบบ และใช้วิธีการวิเคราะห์การสิ้นเปลืองระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ วิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติกับระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ หาระยะเวลาคืนทุน เป็นวิธีในการหาระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่ทำให้รายรับเท่ากับหรือมากกว่าเงินลงทุน โดยที่อัตราดอกเบี้ยเป็นศูนย์หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าให้  $Co$  แทนเงินลงทุนเริ่มต้นที่เวลาศูนย์หรือเวลาปัจจุบันของทางเลือกหนึ่ง  $Rt$  แทนรายรับสุทธิ ในคาบที่  $t$  ของการลงทุนทางเลือกนั้นแล้ว  $m$  มีค่าน้อยที่สุดของโครงการนั้น ที่ทำให้สมการ เป็นจริง เรียก  $m$  ว่าระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period)

$$\sum_{t=1}^m Rt \geq Co$$

สำหรับการคิดระยะเวลาคืนทุน โดยการนำดอกเบี้ยมาพิจารณาด้วย นั่นคือ มูลค่าของเงินไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ถ้านำดอกเบี้ยจากการลงทุนหรืออัตราผลตอบแทนมาพิจารณาระยะเวลาคืนทุน จะสามารถหาได้ตั้งสมการ โดยที่กำหนดตัวแปร ดังนี้

$F$  แทนเงินที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา  $t$

$t$  แทนช่วงเวลาอาจเป็นเดือน ปี

$i$  แทนอัตราดอกเบี้ย

$n'$  แทนระยะเวลาคืนทุน

$$\sum_{t=1}^m Ft(1+i)^{-1} \geq Co$$

ข้อที่ควรพิจารณาในการใช้ระยะเวลาคืนทุน การวิเคราะห์ตัดสินใจในโครงการต่าง ๆ จะใช้ระยะเวลาคืนทุนพิจารณาอย่างเดียวไม่ได้ควรจะต้องใช้วิธีอื่น ๆ เช่น รายจ่ายรายปี อัตราผลตอบแทน เป็นต้น (วันชัย ริจิรวนิช, 2547) (Payback Period)

การหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) อัตราผลตอบแทนภายใน เป็นอัตราผลตอบแทนที่ทำให้ค่าเทียบเท่าของรายรับสุทธิกับรายจ่ายสุทธิ ณ จุดเวลาใดจุดเวลาหนึ่งมีค่าเท่ากัน โดยทั่วไปมักนิยมที่จะพิจารณาที่จุดศูนย์ (ปีปัจจุบัน) (ชาติชาย อัครศักดิ์ และพัชราภรณ์ เนียมมณี, 2550)

นั่นคือ ให้ PW แทนมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน  
Ft แทนมูลค่าเงินสุทธิในช่วงเวลาที่ 1  
t แทนคาบระยะเวลา  
i แทนอัตราผลตอบแทนภายใน

$$PW = \sum_{t=0}^n Ft(1+i)^{-t}$$

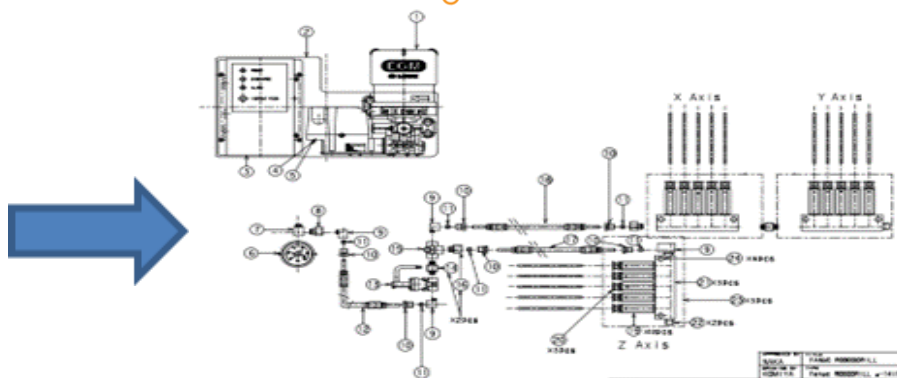
## ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการปรับปรุงระบบหล่อลื่นอัตโนมัติในเครื่องกัด ซีเอ็นซี และเพื่อวิเคราะห์การเปรียบเทียบความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติกับระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ ในเครื่องกัดซีเอ็นซี Brother TC S2D CNC Tapping Center มีผลการวิจัยดังภาพที่ 1 เครื่องกัดซีเอ็นซีรุ่น Brother TC S2D CNC Tapping Center เครื่องกัด CNC



ภาพที่ 1 เครื่องกัดซีเอ็นซีรุ่น Brother TC S2D CNC Tapping Center

ผลการวิจัยจากการปรับปรุงระบบหล่อลื่นจากระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติเป็นระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ มีผลดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การพัฒนาปรับปรุงระบบหล่อลื่นจากระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติเป็นระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ

โดยผู้วิจัยได้เปลี่ยนอุปกรณ์ติดตั้งใหม่ทั้งหมด โดยจะเหมือนกันอย่างเดียว คือ ขนาดของวาล์วและเปรียบเทียบการติดตั้งก่อนและหลังติดตั้งระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติของเครื่องกัด CNC ดังภาพที่ 3

ติดตั้งปั๊ม EGM2 ณ จุดเดิม



ภาพที่ 3 อุปกรณ์ก่อนและหลังติดตั้งระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ

โดยผู้วิจัยได้เปลี่ยนอุปกรณ์และทำการติดตั้ง ดังนี้

1. เปลี่ยนปั๊มจาก Oil Pump เป็น LHL Grease Pump
2. ติดตั้งแผ่น Plate เพิ่ม เพื่อยึดกับตัวอุปกรณ์
3. ติดตั้ง Controller ไว้ควบคุมการจ่ายจาระบีแต่ละจุด
4. เดินท่อจาก LHL Grease Pump เข้ากับ Controller
5. ติดตั้ง Pressure gauge เพื่อที่จะดูความดันหน่วยเป็น MPa
6. นำ T-Connector ต่อกับ Straight connector
7. นำ Straight connector ต่อกับ Elbow adapter

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อนและหลังติดตั้งระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติของเครื่องกัดซีเอ็นซี

| Brother TC S2D CNC<br>Tapping Center 365 วัน / 24 ชม. | ก่อน<br>ระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ | หลัง<br>ระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ค่าติดตั้งระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ                 | -                                   | 55,000 บาท                          |
| ระบบหล่อลื่น                                          | Oil/PDI System                      | LHL System                          |
| จำนวนจุดหล่อลื่น                                      | 15                                  | 15                                  |
| สารหล่อลื่น                                           | น้ำมันหล่อลื่น #50                  | LHL-300                             |
| ชนิดของน้ำหล่อเย็น                                    | Water-Soluble.                      |                                     |
| ปริมาณการใช้สารหล่อลื่น/ครั้ง                         | 1 cc                                | 1 cc                                |
| เวลาในการฉีด                                          | 30 seconds.                         | 60 seconds.                         |
| เวลาในการหยุด                                         | 10 minutes.                         | 300 minutes.                        |
| จำนวนการจ่าย ครั้ง / วัน                              | 137 times/day                       | 5 times/day                         |
| ประมาณสารหล่อลื่น / ปี                                | 49 liter/year.                      | 3.14 liter/year.                    |
| ความจุ                                                | 3,000 ml หรือ 3,000 cc              | 700 ml หรือ 700 cc                  |
| ราคาสารหล่อลื่น / ปี                                  | 5,186 บาท                           | 4,485 บาท                           |
| จำนวนครั้งที่เติม                                     | 12.94 times/year <sup>16</sup>      | 4.5 times/year                      |
| เวลาในการเติม / ครั้ง                                 | 10 minutes.                         | 1 minutes.                          |
| เวลาในการเติม / ปี                                    | 160 minutes.                        | 4 minutes.                          |
| ค่าใช้จ่ายในการเติม                                   | 4,156 บาท                           | 117 บาท                             |
| ค่าเปลี่ยนกรองน้ำมัน / ปี                             | 900 บาท                             | -                                   |
| ค่าเปลี่ยนน้ำยาหล่อเย็น 100 ลิตร/ปี                   | 2,000 บาท / ปี                      | 800 บาท / 2 ปี                      |
| เติมน้ำยาปรับสภาพ                                     | 4 ลิตร/ เดือน                       | 2 ลิตร/ เดือน                       |
| ค่าเติมน้ำยาปรับสภาพ/ปี                               | 8,792 บาท / ปี                      | 4,356 บาท / ปี                      |
| เปลี่ยนแผ่นกรองน้ำยาหล่อเย็น                          | 20,720 บาท / ปี                     | 6,907 บาท / ปี                      |
| ค่าใช้จ่ายเครื่องมือตัด                               | 16,872 บาท (2 reamers/year)         | 8,436 (1 reamers/year)              |
| ค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษารวม ปี                         | 58,626.00 บาท                       | 25,101.00 บาท                       |
| ค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาที่ต่างกัน ปี                  | 33,525.00 บาท                       |                                     |

จากตารางค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบหล่อลื่นทั้งสองระบบ จะเห็นได้ว่า การปรับปรุงระบบหล่อลื่นอัตโนมัติมีค่าใช้จ่ายในต้นทุนการติดตั้ง 55,000 บาท แต่ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติสามารถลดค่าใช้จ่ายสำหรับการบำรุงรักษาและลดค่าใช้จ่ายของสารหล่อลื่น สารหล่อเย็น ได้มากกว่าระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ 33,525.00 บาทต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อนและหลังติดตั้งระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติของเครื่องกัดซีเอ็นซี

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ จากการหาระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

สมการในการหา Payback Period  $\sum_{t=1}^m Rt \geq Co$  (5 - 3)

เงินลงทุนเริ่มต้นในการติดตั้งระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ = 55,000 บาท

$Co$  = 55,000 บาท

Cost Saving ต่อปีของค่าต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ = 33,525 บาท

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) =  $55,000/33,525$  = 1.64 ปี

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) จากการนำเอาระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ เข้ามาใช้งาน แทนระบบการหล่อลื่นแบบเดิมเท่ากับ 1.64 ปี

การหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

เงินลงทุนเริ่มต้นในการติดตั้งระบบการหล่อขึ้นแบบจาระบีอัตโนมัติ = 55,000 บาท

$C_0 = 55,000$  บาท

$\sum_{t=0}^n Ft(1+i)^{-t}$

พิจารณากำหนดให้อายุของโครงการมาตรฐานการคิดอายุอุปกรณ์เครื่องจักรกลของโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เท่ากับ 10 ปี ( $n = 10$ ) Cost Saving ต่อปีของค่าต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ = 33,525 บาท คำนวณหา  $i\%$  ที่มีค่า  $P/A = 1.64$  จะได้ค่า  $i\%$  เท่ากับ 60.41% ที่จะทำให้ค่าของ  $(P/A, i\%, 10) = 1.64$

ดังนั้น สามารถสรุปค่าของ IRR ได้เท่ากับ 60.41%

จากการศึกษาผลการวิจัย พิจารณาในด้านของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์แล้ว พบว่า ในการลงทุนเพื่อนำเอาระบบการหล่อขึ้นแบบจาระบีอัตโนมัติ มาใช้งานต้องลงทุนเป็นเงินเท่ากับ 55,000 บาท จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่อปีลงได้เท่ากับ 33,525 บาท เมื่อนำมาคำนวณทางด้านของมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ได้ค่าของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อยู่ที่ 60.41% ซึ่งมากกว่าค่าของอัตราผลตอบแทนต่ำสุด (MARR) ของบริษัทที่ 6.375% โดยมีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) อยู่ที่ 1.64 ปี ดังนั้น จึงสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่าระบบหล่อขึ้นแบบจาระบีอัตโนมัติ ในเครื่องกัด CNC เป็นระบบที่มีความเหมาะสมในการลงทุนเป็นอย่างยิ่ง

## อภิปรายผล

ผลการวิจัย สรุปว่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และระยะเวลาคืนทุน สอดคล้องกับงานวิจัย กัณฑ์ เอนก บุญอินทร์ การวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบหล่อขึ้นแบบจาระบีอัตโนมัติ กับระบบหล่อขึ้นน้ำมันอัตโนมัติ: กรณีศึกษาในเครื่องกัด CNC สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในเครื่องกัด CNC รุ่น FANUC ROBODRILL  $\alpha$ -D21MIB โดยลดค่าใช้จ่ายลงเหลือ เครื่องละ 31,143 บาท หรือลดลงร้อยละ 55.3 จะได้ค่าของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อยู่ที่ร้อยละ 41.73 โดยมีระยะเวลาคืนทุน อยู่ที่ 1.67 ปี ทำให้ลดอัตราการเสียหายของเครื่องกัด CNC เนื่องจากน้ำยาหล่อเย็นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น ทำให้ไม่ต้องคอยเปลี่ยนน้ำยาหล่อเย็นบ่อยครั้ง ส่งผลให้ไม่ต้องหยุดการทำงานของเครื่องจักรด้วยเช่นกัน (กัณฑ์ เอนก บุญอินทร์, 2565) การปรับปรุงระบบหล่อขึ้นอัตโนมัติในเครื่องกัด ยืดอายุของน้ำยาหล่อเย็นในการตัด (Cutting Fluid) สอดคล้องกับงานวิจัย กษิรัช สนิเปล่งศรี ศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการลดอัตราการเสียหายของเครื่องฆ่าเชื้อของบริษัทฟริสแลนด์คัมพินาโดยการเปลี่ยนระบบควบคุมแรงดันระบบหล่อเย็นแบบอัตโนมัติ การปรับปรุงทำให้การเสียหายของเครื่องฆ่าเชื้อที่มีประวัติการเสียหายตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 มีอัตราเสียหายเฉลี่ยร้อยละ 1.45 ของเวลาการผลิต ลดลงเหลือร้อยละ 0 ในเดือนธันวาคม 2555 และจากผลการศึกษา นำไปสร้างเชิงป้องกันของอุปกรณ์ควบคุมแรงดันระบบหล่อเย็น (กษิรัช สนิเปล่งศรี, 2555)

## สรุปและข้อเสนอแนะ

ระบบหล่อขึ้นแบบจาระบีอัตโนมัติ ในเครื่องกัดซีเอ็นซีเป็นระบบที่มีประโยชน์กับเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม มีความเหมาะสมในการลงทุนเป็นอย่างยิ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่อปีลงได้เท่ากับ 33,525 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) 60.41% ซึ่งมากกว่าค่าของอัตราผลตอบแทนต่ำสุด (MARR) ของบริษัทที่ 6.375% ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) 1.64 ปี ข้อเสนอแนะในการวิจัย 1) ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบหล่อขึ้นแบบจาระบีอัตโนมัติ กับ ระบบหล่อขึ้นน้ำมันอัตโนมัติเพื่อลดต้นทุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร ในโรงงานผลิตประเภทอื่นหลาย ๆ ที่ ที่มีการใช้เครื่องจักรที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น เครื่องฉีดยา

สตึก เครื่องฉีดอลูมิเนียม 2) ควรหาวิธีการพัฒนาการพัฒนาระบบหล่อลื่นจาระบีอัตโนมัติ ให้สัมพันธ์กับความต้องการของเครื่องจักรมีปริมาณสารหล่อลื่นที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการหล่อลื่นสูงยิ่งขึ้น 3) ควรศึกษาการนำวิธีการนี้เพื่อลดต้นทุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร ไปใช้กับเครื่องจักรอื่นหรือในโรงงานอื่น เช่น โรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

## เอกสารอ้างอิง

- กษิรัช สนธิเปล่งศรี. (2555). การปรับปรุงประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องฆ่าเชื้อ กรณีศึกษาบริษัทฟรี สแตนด คัมพินา. ปทุมธานี: วิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- กัณฑ์เอนก บุญอินทร์. (2565). การวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ระหว่างระบบหล่อลื่นจาระบี อัตโนมัติ กับระบบหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ: กรณีศึกษาในเครื่องกัด CNC สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม.
- ชาติชาย อัครศักดิ์ และพัชราภรณ์ เนียมมณี. (2550). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ธนาคารกรุงไทย. (2566). โครงสร้างอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ไทย ส่องทิศทางการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ไทยปี 2566-2567. เรียกใช้เมื่อ 21 พฤษภาคม 2567 จาก [https://krungthai.com/Download/economyresources/EconomyResourcesDownload\\_1918](https://krungthai.com/Download/economyresources/EconomyResourcesDownload_1918)
- วันชัย ริจิรวนิช. (2547). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจัยกรุงศรี อุตสาหกรรม. (2566). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2566-2568 อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์. เรียกใช้เมื่อ 25 พฤษภาคม 2567 จาก <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/hi-tech-industries/auto-parts/io/auto-parts-2023-2025>
- สุพร อัสวินนิมิต และธีรพร พัดภู. (2548). วิศวกรรมบำรุงรักษา (Maintenance Engineering). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรพล ราษฎร์นุ้ย. (2550). ฐานข้อมูลสภาพสารหล่อลื่นของเครื่องจักรกลหนักในประเทศไทยเพื่อการวินิจฉัยสาเหตุขัดข้องโดยการประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- IKKI Thailand. (2566). ทฤษฎี 5M. เรียกใช้เมื่อ 7 มิถุนายน 2567 จาก <https://ikki-group.com/5m-model/Industry-Media>. (2566). โครงสร้างผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ sme. เรียกใช้เมื่อ 7 มิถุนายน 2567 จาก <https://images.search.yahoo.com/search/images>